



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **05101161 A**(43) Date of publication of application: **23.04.93**

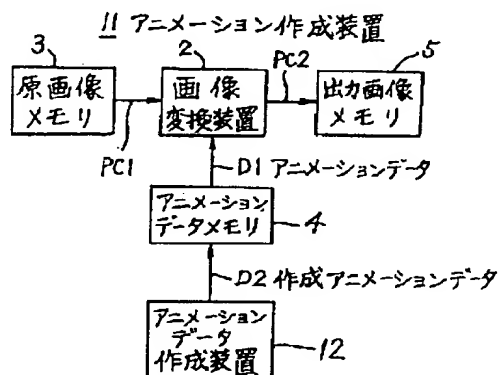
(51) Int. Cl.

**G06F 15/62**(21) Application number: **03283956**(71) Applicant: **SONY CORP**(22) Date of filing: **04.10.91**(72) Inventor: **OKA MASAOKI****(54) ANIMATION GENERATING DEVICE****(57) Abstract:**

**PURPOSE:** To simulate actual deformation and variations of motion and to easily generate a natural animation by generating and adding a minute quantity of random number data to a calculation result when the motion and deformation of a body are found according to a physical rule.

**CONSTITUTION:** Animation data D2 generated by the animation data generation device 12 are supplied as animation data D1 to an animation data memory 4. When an animation of a figure is generated, the body is represented by a model consisting of, for example, a mass point and a spring in combination and respective points on the body are found by calculating the motion of the mass point in environment of gravitational force, wind force, etc., according to the physical rule. A minute random number vector is added to the found new mass point position, thereby the natural animation image simulating variations is easily generated.

COPYRIGHT: (C)1993,JPO&amp;Japio



(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

G 0 6 F 15/62

識別記号

3 4 0

庁内整理番号

8125-5L

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数1(全 12 頁)

(21)出願番号 特願平3-283956

(22)出願日 平成3年(1991)10月4日

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 岡 正昭

東京都品川区北品川6丁目7番35号ソニー株式会社内

(74)代理人 弁理士 田辺 恵基

(54)【発明の名称】 アニメーション作成装置

## (57)【要約】

【目的】本発明は、アニメーション作成装置において、揺らぎをシミュレートし自然なアニメーション映像を容易に作成しようとするものである。

【構成】物理法則にしたがって物体の動作や変形を求める際、その計算結果に微小量の乱数データを発生して付加することにより、実際の変形や運動における揺らぎをシミュレートして自然なアニメーションを作成し得る。

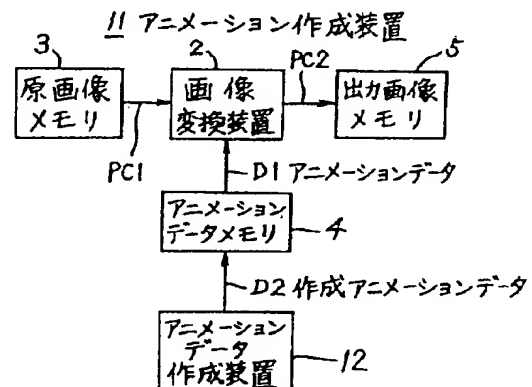


図1 実施例の構成

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】物理法則の環境下での物体のアニメーションを作成するアニメーション作成装置において、上記物理法則にしたがって上記物体の動作や変形を求める際、当該計算結果に微量の乱数データを発生して付加するようにしたことを特徴とするアニメーション作成装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【目次】以下の順序で本発明を説明する。

産業上の利用分野

従来技術（図9）

発明が解決しようとする課題（図9～図11）

課題を解決するための手段（図1～図8）

作用（図1～図8）

実施例（図1～図8）

発明の効果

## 【0002】

【産業上の利用分野】本発明はアニメーション作成装置に関し、例えば放送用3次元特殊効果装置において「布」、「カーテン」等のように弾力性を有する物体が揺らぐ様子を表すアニメーション映像を作成する場合に適用して好適なものである。

## 【0003】

【従来技術】従来、アニメーション作成装置を用いてアニメーション映像を作成する場合、一連のアニメーション映像を構成する各コマについて、アニメータが1コマずつ絵を描いたり、図形の形及びその変化を画面上に定義する図形入力方法が採用されている。

【0004】すなわち図9に示すように、例えば布のアニメーションを作る場合について、アニメーション作成装置1は画像変換装置2を有する。

【0005】この画像変換装置2はテレビジョン画像を曲面上にマッピングして表示するようになされており、原画像メモリ3から得られるアニメーション映像として作成すべき原画像データPC1（この場合、「布」の模様となる画像データ）を、アニメーションデータメモリ4から得られるアニメーションデータD1に基づいて変形した後、布の画像を変形してなる出力画像データPC2を出力画像メモリ5に送出する。

【0006】このようなアニメーションデータD1はある瞬間の布の形を表す座標値であり、必要に応じて1つ又は複数のフレームデータを含んで構成されている。このアニメーションデータは予めアニメータが手で作成したり又は簡単な関数を組み合わせた計算によつて発生させるようになされている。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところでこのような手法によつてアニメーション映像を作成しようとする場合、各コマの絵柄を入力したり、図形の形の定義式を決

定するために熟練したアニメータが煩雑な図形入力作業をしなければならない問題がある。この問題は特に自然現象のように人為的ではない図形の動きをアニメーションにしようとする場合には顕著になり、図形入力作業に多大な時間及び労力が必要で生産性が悪かった。

【0008】このような問題を解決するため、物理モデルを使つてコンピュータでシミュレーションを行いアニメーションを作成するアニメーション作成装置がある。このようなアニメーション作成装置では、アニメーションで表現したい物体の物理的性質をなるべく忠実にモデル化しコンピュータでシミュレーションすることにより、その動きを求める方法で、人間が手で描いたアニメーションより本物らしくしかも簡単にそれを作ることができる（特願平3-89880号、特願平3-93392号、特願平3-93601号）。

【0009】ところがこのように物理モデルを使つてコンピュータでシミュレーションを行うアニメーション作成装置では、人工的に作った物体のモデルが人工的な環境のなかで動く様子をシミュレートしアニメーションを作る場合、モデルの位置や形を表す座標値が特定の値をとると不自然なアニメーションになることがある。

【0010】例えば地面に垂直に立っている布のような物体に重力を下向きに働かせても永遠に倒れなかつたり、カーテンを閉じてもしわができないというような不自然さが存在する問題がある。

【0011】すなわち図10（A）～（D）は、布N0をある高さから床FLの上に垂直に落としたところであり、風力が働いていないとすると環境から受ける力は重力と床FLからの反発力だけであるから、質点の受ける力はいつまでも布N0の面上からはみでない。このため布N0は倒れることなくいつまでも図10（D）に示すような不自然な状態にいる。

【0012】また図11（A）～図11（D）は、カーテンC0が一方向に拘束を受け垂れ下がっているところであり、画面の奥のほうから円柱の障害物S0が動いてくるところである。この場合拘束の方向と同じ方向に障害物S0による力を受けたため、質点には面の外への力が加わることがなく、3次元的に変形された自然なしわができない。

【0013】このような不自然さをさけるためには、例えば重力の向きと完全に一致するようには布N0を置かないというように、特定の座標値を避けるようにプログラムを作らねばならない。ところが實際上このようなプログラミングは非常に面倒であるうえ、カーテンC0の例ではそのような回避も難しく、解決策としては未だ不十分であつた。

【0014】本発明は以上の点を考慮してなされたもので、揺らぎをシミュレートし自然なアニメーション映像を容易に作成し得るアニメーション作成装置を提案しようとするものである。

【0015】

【課題を解決するための手段】かかる課題を解決するため本発明においては、物理法則の環境下での物体N1、C1のアニメーションを作成するアニメーション作成装置11において、物理法則にしたがって物体N1、C1の動作や変形を求める際、その計算結果に微小量の乱数データを発生して付加するようにした。

【0016】

【作用】物理法則にしたがって物体N1の動作や変形を求める際、その計算結果に微小量の乱数データを付加することにより、実際の変形や運動における揺らぎをシミュレートして自然なアニメーションを作成し得る。

【0017】

【実施例】以下図面について、本発明の一実施例を詳述する。

【0018】本発明によるアニメーション作成装置11は図9との対応部分に同一符号を付して図1に示すように、アニメーションデータ作成装置12において作成した作成アニメーションデータD2をアニメーションデータメモリ4にアニメーションデータD1として供給する。

【0019】アニメーションデータ作成装置12はアニメーション映像として作成すべき物体として例えば布の順次続く時刻に布がどのような形になっているかを表す3次元座標値データを作成アニメーションデータD2として発生する。

【0020】アニメーションデータ作成装置12は、図2及び図3に示すように、アニメーション表示対象の布N1について重力の強さ、風の強さ、障害物の形や位置などのように、これから動かそうとしている布N1がどのような環境の中に置かれているかを示すデータでなる環境データD11を環境データメモリ21から運動方程式演算装置22に与える。

【0021】運動方程式演算装置22は布N1を表すモデルに対して環境データD11に対応する運動方程式を\*

$$M \frac{d^2 x}{dt^2} + \Gamma \frac{dx}{dt} = F(x, t) \quad \dots\dots (1)$$

【0029】ここで、Mは質点MPの質量、 $\Gamma$ は減衰係数、 $x$ は質点MPの位置を表す3次元座標、 $t$ は時間、 $F$ は質点MPに働く力である。

(1)式において、質量Mは定数であり、減衰係数 $\Gamma$ は運動が収束するように付加されたもので定数であり、質点MPに働く力 $F$ は時間と共に変化する量で質点MP全※

$$\text{random0} = \text{uniform\_random}(0, d) \quad \dots\dots (2)$$

【数3】

$$\text{random1} = \text{uniform\_random}(0, d) \quad \dots\dots (3)$$

【数4】

$$\text{random2} = \text{uniform\_random}(0, d) \quad \dots\dots (4)$$

\*立てこれを解くような演算を実行し、当該演算結果を3次元座標配列データD12としてフォーマット変換装置23に与える。

【0022】フォーマット変換装置23は3次元座標を、画像変換装置2(図1)が使用できるフォーマットのアニメーションデータに変換し、これを作成アニメーションデータD2としてアニメーションデータメモリ4に供給する。

【0023】運動方程式演算装置22は、図2に示すように、布N1の表面上の各点の位置を、質点MPを立体的に格子状にばねSPによつて結合して表す3次元モデルによつて表現する。

【0024】すなわち各格子点(白丸)は質点MPを表していると共に、格子点間の線分はすべてばねSPを表している。従つてこの3次元モデルの場合、立体的物体は1つの質点MPに対して最大6本のばねSPが接続することができる。

【0025】これに対して布N1のように平面的な物体の場合は、一般的に図3に示すように、1つの質点MPに対して4本のばねSPを接続することによつて布N1のモデルを表現することができると共に、コーナや端の質点MPには4本未満のばねSPを接続することによつて表現できる。

【0026】図3の3次元モデルにおいて、質点MPは質量が1点に集まったもので、ニュートンの運動方程式に従つて運動する。ばねSPは自然状態での長さをもっており、フツクの法則に従つて変位に応じた力を出す。

【0027】この他に隣り合うばね相互間には弾力性をもつたヒンジがあり、隣り合うばね同士を90°の角度に保とうとする。かくして対角線上のヒンジ相互間には当該ばね同士を180°に保とうとする力が働く。

【0028】この図4の3次元モデルにおいて、各質点MPは次の運動方程式に従つて運動する。

【数1】

※体の配置や環境によつて決まる。

【0030】ここでこの実施例の場合、図2の運動方程式演算装置22において(1)式を解いた結果得られる質点MPの位置座標 $x$ に、次式

【数2】

【数5】

$$x f = x + (\text{random0}, \text{random1}, \text{random2})$$

で与えられる微小な変位を付加して質点の新しい位置座標xfとしている。

【0031】この(2)～(5)式において、uniform\_random(a,b)は、aを平均として±bの範囲から選ばれる乱数を発生する関数であり、dは任意の微小な数、xfは最終的な質点の座標である。

【0032】ここで運動方程式演算装置22は1単位処理時間の間に繰り返し図5に示すアニメーション作成方法を実行することにより、布N1上のすべての質点MP(図3)について環境データD1に基づく変換位置の演\*

$$F = F_s + F_h + F_d + F_g + F_v$$

の演算を実行することにより、物理法則に従って当該サンプル点の質点MPに働く力Fを求める。

【0034】続いて運動方程式演算装置22は、続くステップSP3において、(1)式を実行することにより、当該サンプル点の質点MPの新しい座標を求め、続くステップSP4において、(2)式～(5)式を実行することにより、新しい座標に微小な乱数ベクトルを加える。

【0035】かくして運動方程式演算装置22は当該サンプル点についての変換後の座標位置の演算を終了し、その演算結果を作成アニメーションデータD2としてアニメーションデータメモリ4に記憶させる。

【0036】その後運動方程式演算装置22はステップSP5において、すべてのサンプル点の処理が終了したか否か判断をし、否定結果が得られたとき上述のステップSP1に戻って新たなサンプル点についての座標位置の演算に入る。

【0037】以下同様にして原画像上の布N1の図形上のすべてのサンプル点についての変換後の座標位置の演算を終了すると、運動方程式演算装置22はステップSP5において肯定結果が得られることによりステップSP6に移って当該アニメーション作成方法を終了する。

【0038】このようにして運動方程式演算装置22は1単位処理時間の間に1枚分の布N1の変換処理を終了し、以後同様の変換処理を新たな1単位処理時間が開始するごとに上述の処理を繰り返す。

【0039】その結果図10(A)～図10(D)について上述したと同様に、布N1をある高さから床FL上に垂直に落とすアニメーションは、風力が働いていないとして環境から受ける力が重力と床FLからの反発力だけの場合にも、図6(A)～(D)に示すように、自然と布N1が床FL上に倒れこむ様子を表すことができる。

【0040】また図11(A)～図11(D)について上述したと同様に、一方向に拘束を受け垂れ下がっているカーテンC1に、画面の奥の方向から円柱の障害物S0が動いてくるアニメーションは、拘束の方向と同じ方

……(5)

\*算を実行し、その結果として柔らかい物体である布N1が重力、風力などの環境条件に応じて柔らかく動くアニメーション映像を作成する。

【0033】すなわち運動方程式演算装置22は図5のステップSP0において当該アニメーション作成方法の処理を開始した後、ステップSP1において原画像上の布N1の図形上の1つのサンプル点を選択し、続くステップSP2において次式、

【数6】

……(6)

向に障害物S0による力を受け質点には面の外への力が加わらない場合でも、カーテンC1に自然なしわが生じる様子を表すことができる。

【0041】なお図8(A)～図8(D)は図7(A)～図7(D)のカーテンC1のアニメーションをX軸方向から見た様子を示し、この場合もカーテンC1に自然なしわが生じる様子を表すことができる。

【0042】以上の構成によれば、図形のアニメーションを作成するとき、例えば質点MP及びばねSPを組み合わせたモデルによつて物体を表現し、物体上の各点の位置を重力、風力などの環境に対する質点MPの運動を物理法則に従って計算して求め、この結果得られる新たな質点MPの位置に、微小な乱数ベクトルを加えるようにしたことにより、揺らぎをシミュレートし自然なアニメーション映像を容易に作成し得るアニメーション作成装置を実現できる。

【0043】かくするにつき、複雑なプログラムを作ることなく不自然な状態を回避したり、自然にしわを生成させたりすることができ、さらに微小な変位の取り方や付加の仕方を変化させることにより、さまざまなバリエーションのアニメーション映像を作成し得る。

【0044】その結果アニメーション作成作業をする際に、アニメーターが手で絵を描いたり、図形の形を決めたりせずに自動的に映像を作る際に、不自然なアニメーション映像の収束を生じさせないようにできる。

【0045】なお上述の実施例においては、微小な乱数をすべての方向に加えた場合について述べたが、これに代え乱数を加える方向を限定するようにしても良い。因に2次元の布の場合なら、曲面の法線方向にだけ変位させるほうが自然であり、また微小な変位を加えるか否か局所的な変形の大きさで決めたり、変位の大きさを一定にして向きにのみ偶然性を与える等種々の方法で、微小な乱数を加えるようにしても上述の実施例と同様の効果を実現できる。

【0046】また上述の実施例においては、アニメーション表示対象として布やカーテン等、2次元のすなわち平面的な物体を選定したが、これに限らず、3次元のす

なわち立体的な物体を選定した場合にも、上述の場合と同様の効果を得ることができ、要は質点、ばね、ヒンジの配置を決めだけの作業をするだけで、必要に応じて任意の形状の物体をアニメーションで表すことができる。

【0047】

【発明の効果】 上述のように本発明によれば、物理法則にしたがって物体の動作や変形を求める際、その計算結果に微量の乱数データを付加することにより、実際の変形や運動における揺らぎをシミュレートして自然なアニメーションを作成し得るアニメーション作成装置を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明によるアニメーション作成装置の一実施例を示すブロック図である。

【図2】 図1のアニメーション作成装置の詳細構成を示すブロック図である。

【図3】 表示対象のモデルを示す略線図である。

【図4】 質点間の単位ベクトルを示す略線図である。

【図5】 図1のアニメーション作成装置が実行するア

【図1】

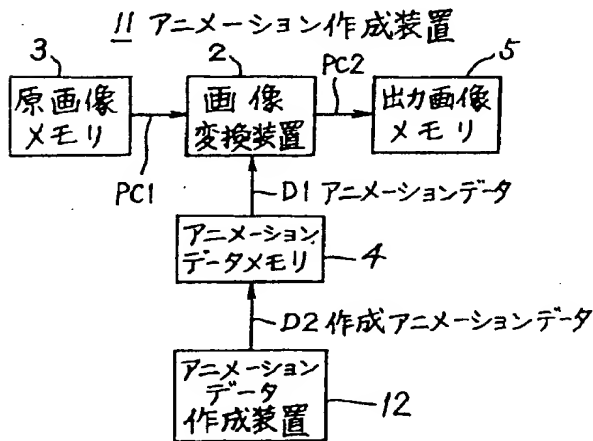


図1 実施例の構成

メーション作成方法を示すフローチャートである。

【図6】 実施例による布のアニメーションを示す略線図である。

【図7】 実施例によるカーテンのアニメーションを示す略線図である。

【図8】 図7のカーテンをX軸方向から見たアニメーションを示す略線図である。

【図9】 従来のアニメーション作成装置を示すブロック図である。

【図10】 従来のアニメーション映像を示す略線図である。

【図11】 従来のアニメーション映像を示す略線図である。

【符号の説明】

1、11……アニメーション作成装置、2……画像変換装置、3……原画像メモリ、4……アニメーションデータメモリ、12……アニメーションデータ作成装置、21……環境データメモリ、22……運動方程式演算装置、23……フォーマット変換装置。

【図4】

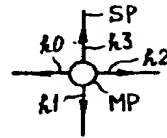


図4 表示対象のモデル

【図9】

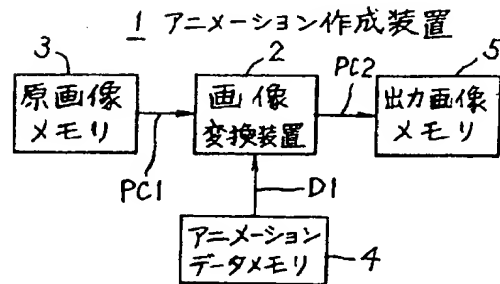


図9 従来の構成

【図2】

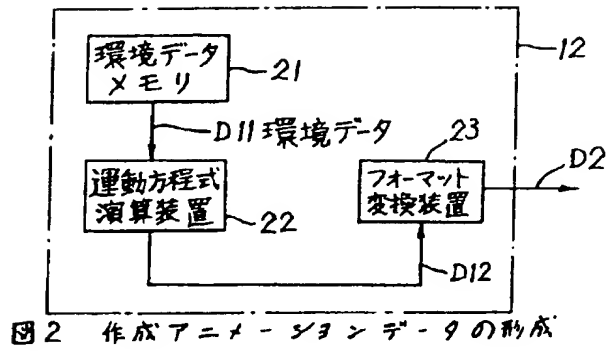


図2 作成アニメーションデータの形成

【図3】

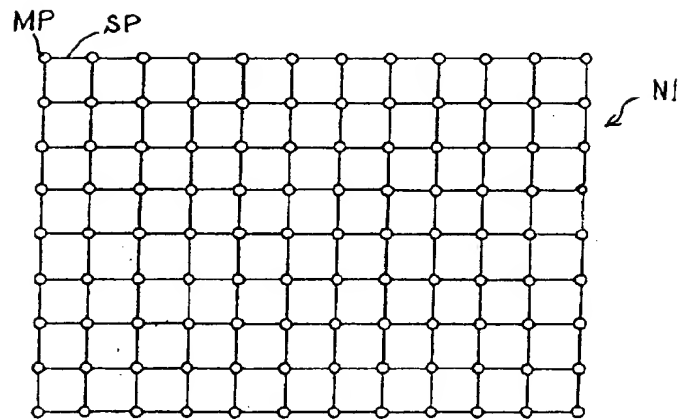


図3 表示対象のモデル

【図5】

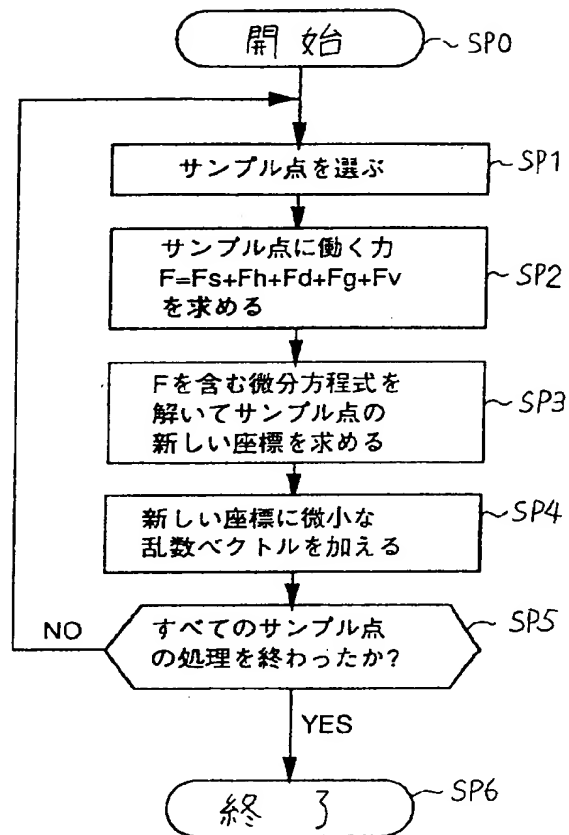


図5 アニメーション作成方法



【図6】

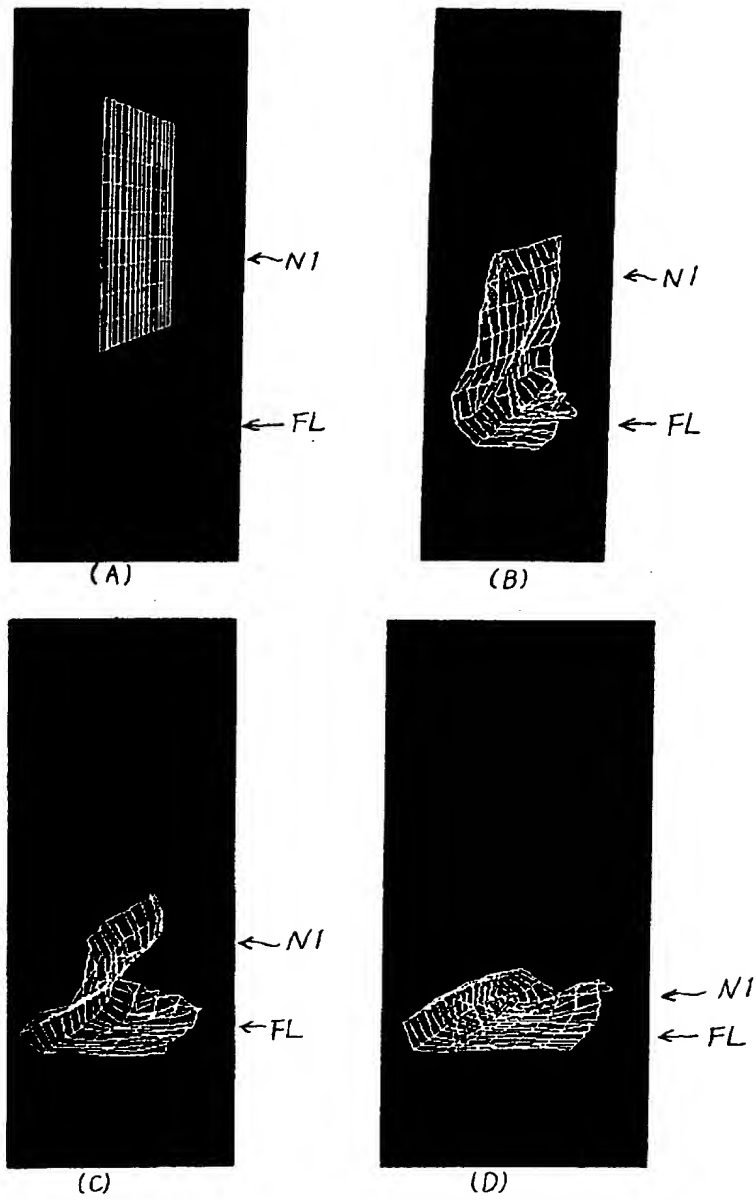


図6 実施例による「布」のアニメーション

【図7】

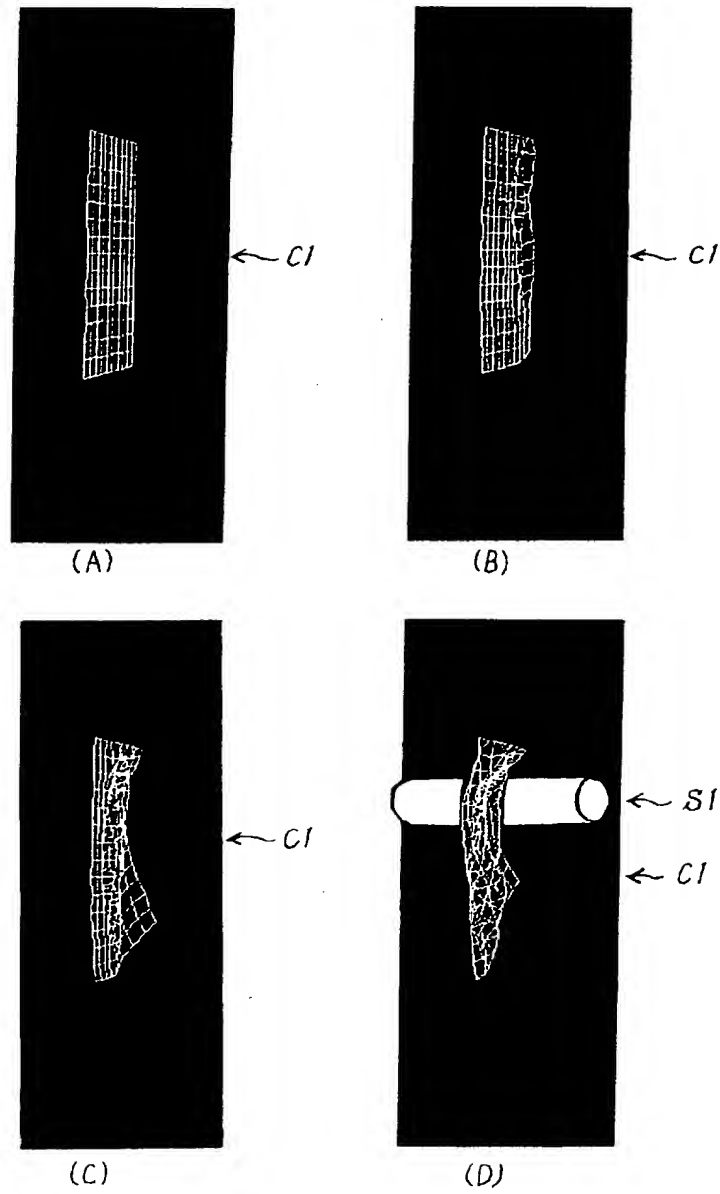


図7 実施例における「カテン」のアニメーション(1)

【図8】

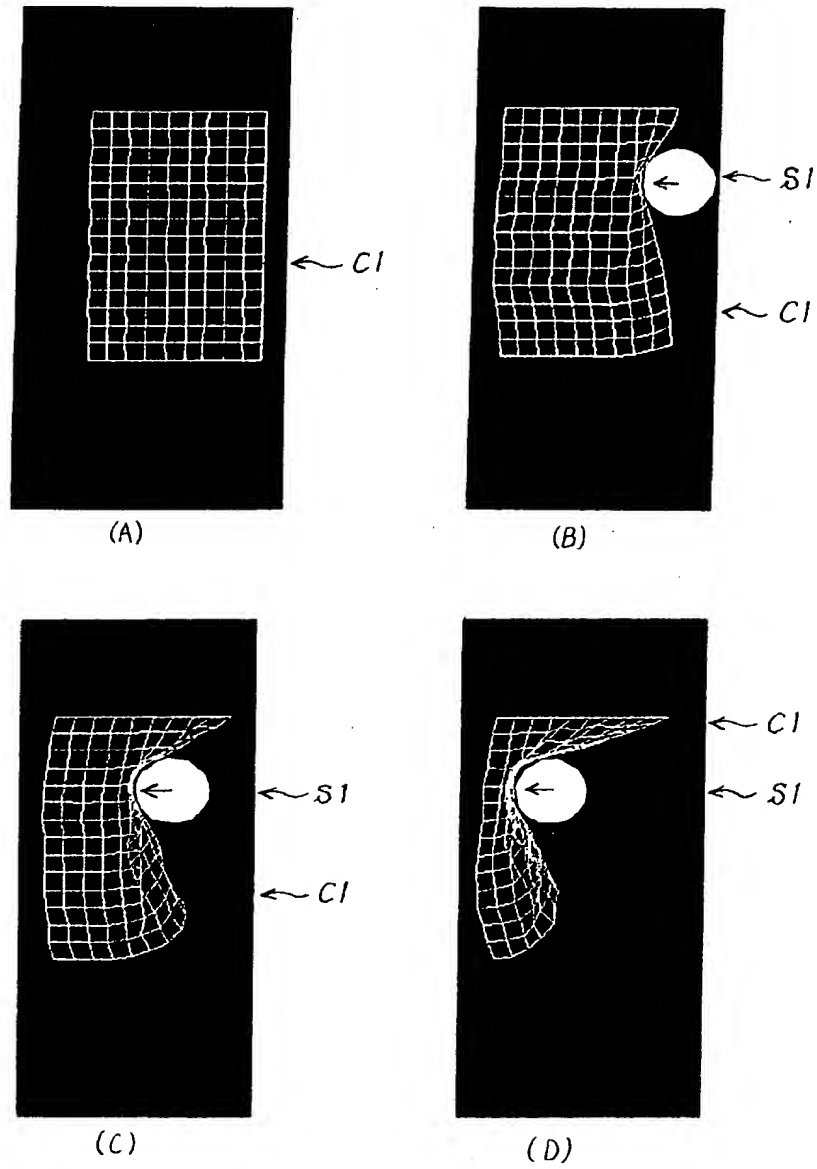


図8 実施例による「カーテン」のアニメーション(2)

【図10】

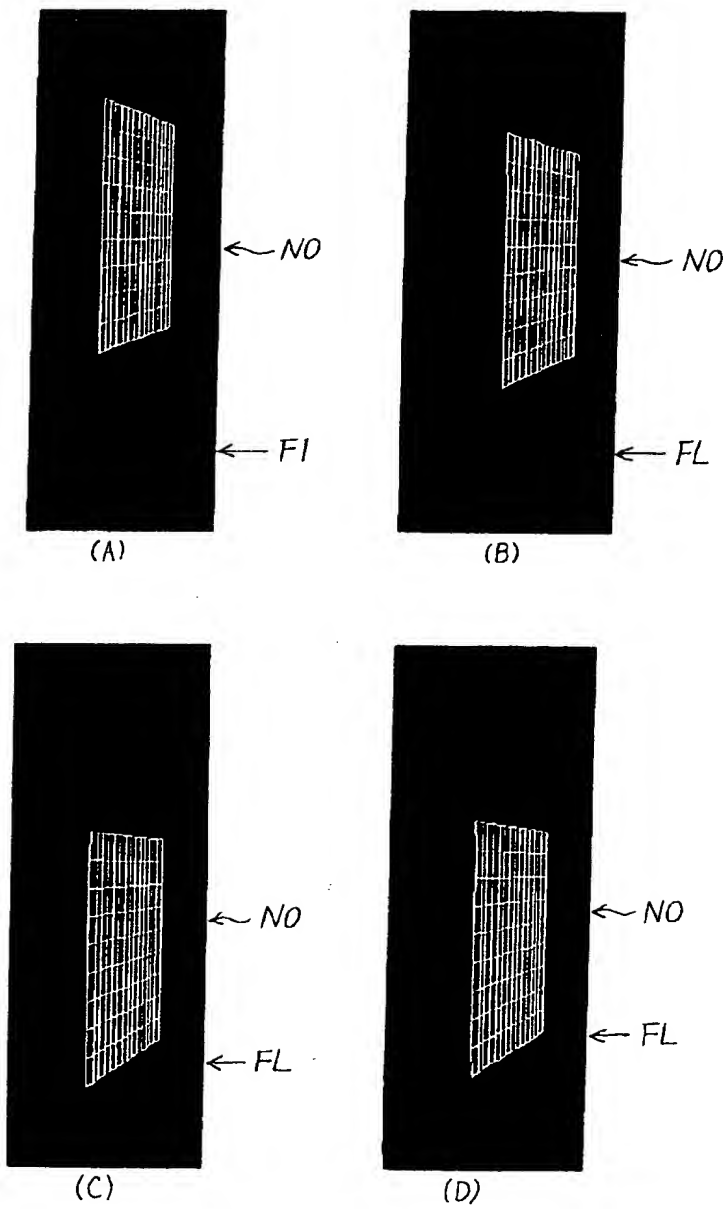


図10 従来の「布」のアニメーション

【図11】

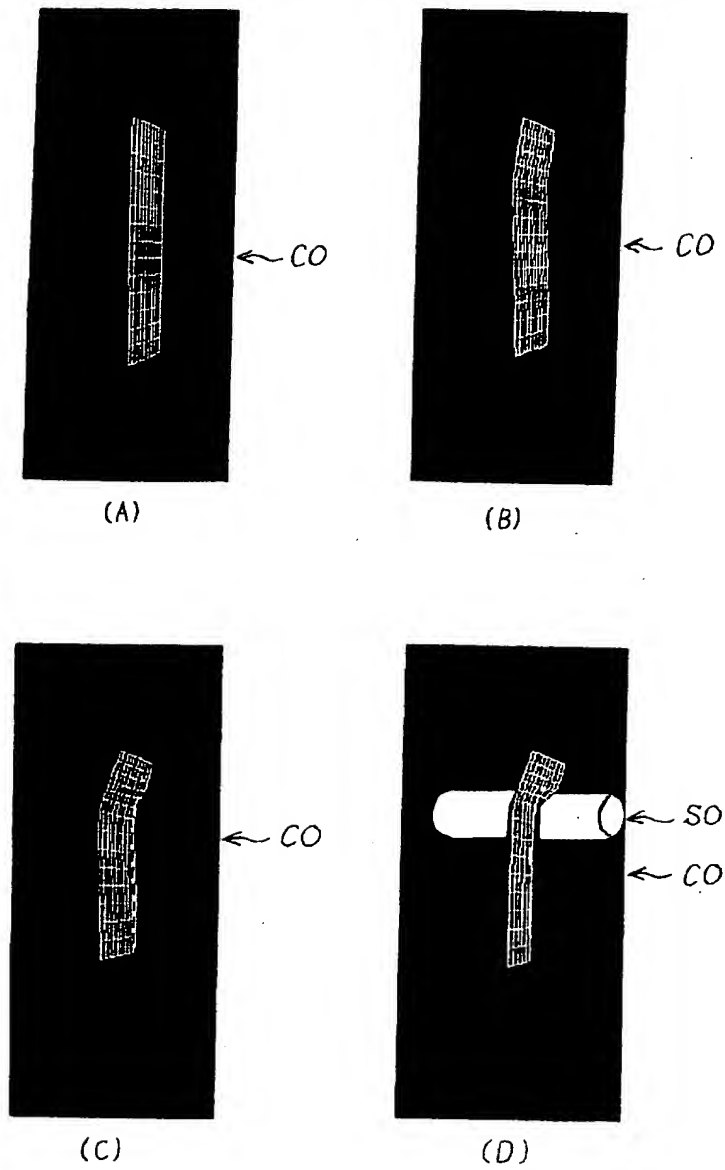


図11 従来の「カーテン」のアニメーション